1. Le Réseau Téléphonique Commuté (R.T.C.)

Le réseau téléphonique commuté est un moyen de communication pratique pour de petites applications interactives, comme celle qu'il faut construire. Nous allons voir dans ce paragraphe les fonctionnalités du RTC public (cf. France Télécom - FT), même si le RTC que nous utiliserons pour développer le projet de ce TP sera un réseau local aux salles de TP réseau de l'U3. Nous allons voir un certain nombre de caractéristiques (avantages, inconvénients) du RTC public utilisé pour le transfert de données numériques. Ce réseau qui est actuellement un des plus utilisés par les particuliers pour se relier entre eux ou à Internet.

<caractéristiques succintes du téléphone ?>

Les avantages et les inconvénients du RTC pour ce type d'utilisation sont d'une part ceux inhérents au RTC lui-même, et d'autre part ceux induits par l'utilisation que l'on en fait, c'est à dire la transmission de données numériques.

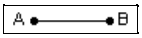
Avantages	Inconvénients
Commuté(1) : Il s'agit d'un réseau commuté, c'est à dire que lorsque la liaison est établie, on a l'impression d'avoir une ligne point à point. C'est très pratique pour la communication vocale ; ça évite d'avoir à recomposer le numéro du correspondant à fois que l'on veut prendre la parole !!! **Étendu** (géographiquement) : Le RTC public est très étendu ; il atteint tous les pays du globe, y compris les pays en voie de développement où même les villages très reculés possèdent en général au moins un téléphone. **Répandu** (nombre d'abonnés) : Beaucoup de personnes possèdent le téléphone. Si vous rencontrez une personne, vous lui demanderez sans doute son numéro de téléphone avant son adresse e-mail (à moins que vous n'ayez avec celle ci des relations de nature principalement informatique…). Cette qualité est sans nul doute la principale, celle qui fait que l'on supporte tous les autres défauts inhérent à cette liaison. Elle a cependant un léger revers : malgré les efforts effectués pour élargir les lignes, un trop grand nombre d'usagers simultanés peut provoquer des encombrements et empêcher l'établissement d'une communication. **Full Duplex**(2) : Les deux utilisateurs de la liaison peuvent émettre et recevoir en même temps. Même si les hommes ne peuvent pas à priori parler et écouter en même temps (du moins, pas en comprenant ce qu'on leur dit…), les modems sont parfaitement capables de réaliser cela et donc de tirer parti de la fonctionnalité full duplex du RTC.	**Analogique** : Le réseau téléphonique commuté est, normalement, analogique. Lorsqu'on l'utilise pour y transférer des données numériques, on connaît un certain nombre de restrictions : • **Nécessité d'utilisation de matériels spécifiques** pour faire la conversion analogique ↔ numérique. Ces appareils sont appelés *mod*ulateurs *dém*odulateurs, d'où le nom commun de « modem ». • **Limitation du débit**. En effet, d'une part, la bande passante (300-4000Hz) du RTC et d'autre part son rapport signal/bruit (de l'ordre de 40dB en moyenne) limitent la qualité du signal analogique transmis, ce qui se traduit par une limitation du nombre de bits que l'on peut faire passer par unité de temps. Les modems actuels arrivent à faire passer 33.6kb/s en full duplex*. Pour dépasser cette limite, on a recours a des protocoles non symétriques comme le V90 (56kb/s en réception pour l'appelant seulement). Ces chiffres sont à comparer à ce qui est utilisé par FT pour numériser une liaison téléphonique : un échantillon de 8 bits (donnant un rapport signal/bruit maximum théorique de l'ordre des 54.2dB = 20xLog(0.5/2^8)) pris 8000 fois par secondes (nécessaire pour obtenir la bande passante à 4000Hz, théorème de Nyquist), soit un total de 64kb/s. Ce chiffre, qui est le débit d'un canal B d'une liaison RNIS, est le maximum qui puisse être réalisé sur un RTC sans compression. Ce débit maximal est en fait tout théorique, d'abord parce que le rapport signal bruit atteint rarement son maximum, et aussi à cause de l'occurrence de perturbations supplémentaires (cf. plus loin). D'où l'intérêt de passer à un RNIS comme Numéris pour bénéficier d'un débit maximal fixe et assuré de 64kb/s. **Perturbations** : Même une fois que la liaison du circuit virtuel est établie, un certain nombre de désagréments peuvent apparaître en cours de communication, produisant des transmissions erronées et de ce fait limitant encore le débit, ou forçant purement et simplement un des modems à raccrocher. • **Lignes physiques**. La plupart des lignes reliant les équipements de FT ne sont pas des liaisons radio, mais bel et bien des fils enterrés ou suspendus à des poteaux téléphoniques. Ceci implique qu'un coup de pelle mécanique malencontreux ou un accident renversant un de ces pylônes peut interrompre pour une durée élevée la liaison téléphonique. • **Bruit**. Les équipements analogiques perturbent le signal transmis. Un transistor grillé ou une résistance ayant mal vieilli dans un équipement de FT ajoutent du bruit au signal lors de sa transmission. • **Électromagnétisme**. L'orage ou un défaut d'antiparasitage sur un moteur passant dans les environs produisent des crépitements sur la ligne, gênant les conversations et les modems ! • **Intermodulation**. Qui n'a pas déjà entendu une seconde conversation se surimposer à la sienne au téléphone ? Ceci peut avoir deux causes : soit les fils analogiques qui se longent sur une grande distance avant d'atteindre le central qui numérisera les conversations, soit lors du groupement/dégroupement des lignes.

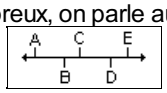
Prix : Le RTC est lerelativement peu coûteux à mettre en place par rapport à une liaison spécialisé. Cependant, on n'achète pas la connexion au réseau, on la loue, ce qui peut à la longue s'avérer assez coûteux. Les liaisons courte distance ne sont pas très chères, et pour transmettre un message à un ami dans la même ville, il vaudra mieux lui passer un « coup de fil ». Pour des communications très longue distance comme pour transmettre des messages en Australie, l'utilisation d'un autre réseau comme Internet sera largement plus économique.

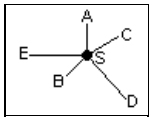
Sécurité : Les lignes téléphoniques sont malheureusement assez accessibles aux personnes mal intentionnées, comme on le sait depuis l'affaire des écoutes téléphoniques. Étant commutées, elles sont cependant déjà plus confidentielles que les liaisons radio ou toute autre connexion de type bus, où chacun doit, de lui-même, se garder des messages qui ne lui sont pas destinés. Une solution à ces problèmes de sécurité est l'utilisation du *cryptage* sur la ligne téléphonique (cf. « téléphone rouge »). Cette pratique est cependant restreinte en France et dans certains pays.

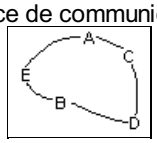
---

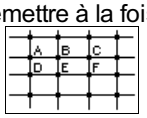
(2) *Commuté* : Architecture de réseau de type point à point virtuelle (la liaison point à point est créée dynamiquement). Il existe un certain nombre d'architecture de réseaux, que vous étudierez plus tard. Pour situer l'architecture commutée, voici un bref aperçu des topologies les plus communes :

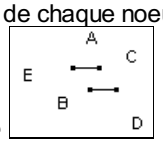
- La liaison *Point à Point* 

Il y a une liaison effective entre l'émetteur et le recepteur du message. Dans le cas de sites plus nombreux, on parle aussi de *réseau totalement maillé*.
- Le réseau *Bus*. 

C'est un réseau où tous les correspondants sont reliés à un même *support de communication*. C'est aussi une des architectures les plus évolutives, car il suffit de se « piquer » au réseau pour ajouter un noeud.
- Le reseau en *Étoile*. 

C'est une arhitecture où tout message passe par un serveur (S) qui redistribue ensuite les messages entre les sites. Le plus gros problème de cette architecture est évidemment le serveur, qui fait goulet d'étranglement si il n'a pas la puissance de communication suffisante...
- Le réseau en *Anneau*. 

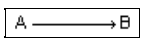
C'est une architecture où chaque site est relié à un suivant, et ne transmet des messages qu'à ce dernier. Comme le réseau est bouclé sur lui-même, tout message peut passer depuis tout site source vers toute destination. Cependant, c'est un réseau assez fragile, puisque la chute d'un seul site bloque souvent toute communication dans le réseau. On crée, pour palier à cet inconvénient et pour gagner en performance, des anneaux *bidirectionnels*, c'est à dire où les sites peuvent émettre à la fois vers leur suivant et vers leur prédécesseur.
- Le réseau *Maillé*. 

C'est un réseau où la topologie de connexion est régulière. La figure représente ici une des topologie les plus simples : la maille carrée. D'autres existent (triangle, hexagonale, etc.), certaines n'ont même pas une représentation planaire (maille cubique, etc.). Cette architecture est souvent utilisée dans les machines massivement parallèles. Il existe souvent plusieurs chemin pour transmettre un message. Ici, pour passer de A à F, un message peut emprunter les chemins A-B-C-F ou A-B-E-F ou encore A-D-E-F, etc. Deux caractéristiques sont très importantes dans ce type de réseau : le nombre de connexion de chaque noeud, et le nombre de sauts maximal qu'il faut pour relier un noeud à un autre.
- Un réseau *Commuté* 

C'est est un réseau point à point où les connexions entre noeuds se font de manière dynamique et ne durent que le temps de la communication. Cependant, pour les sites communiquants, ce type de réseaux conserve les avantages -et la plupart des inconvénients- du point à point : pas besoin d'identification de l'émetteur ni du récepteur une fois la communication établie, sécurité des données (elles ne traversent aucun autre site). Cependant, le temps d'établissement de la communication peut être notablement plus élevé, et on peut rencontrer des encombrements. De ce fait, cette architecture convient mal à l'émission de petits messages vers des destinataires nombreux.

---

(2) *Full duplex* : L'un des 3 principaux types de communications. Dans les architectures de réseaux ci-dessus, on se rend compte de l'importance du point à point : en effet, la plupart des topologies sont obtenues en créant une liaison point à point entre certains noeuds (et pas la totalité). La seule exception à ceci est le réseau Bus, mais il peut être conceptuellement ramené à un réseau de type étoile en considérant le support de communication comme un serveur central (S) qui répercute à tous les satellites les messages qu'il reçoit de l'un d'entre eux. On a donc étudié les différents type de communication pouvant avoir lieu sur une liaison de type point à point. On distingue :

- La communication *Simplex*. 

Dans ce type de communication, il y a un émetteur des données (A) et un récepteur (B). B ne peut envoyer de données à A, mais il peut néanmoins lui faire remonter un certain nombre d'informations (comme le contrôle de flux). Ce type de communication se rencontre lors d'un dialogue PC → imprimante, ou plus trivialement le cas d'un discours d'un homme politique. Ce type de communication est un peu gênant, car il force le récepteur au mutisme, et laisse une dissymétrie importante entre le récepteur et l'émetteur. Cenpendant, rien n'empêche le récepteur d'être lui-même émetteur sur une autre liaison, ce que l'on retrouve dans le cas d'une topologie en anneau unidirectionnel. Dans ce cas, le récepteur retrouve

sa capacité à communiquer.

- La communication *Half-Duplex*. A ⟷ B C'est un type de communication qui stipule que chacun des partenaires peut émettre, mais chacun à son tour. C'est le cas d'une conversation courtoisement menée entre deux personnes (on ne coupe pas la parole à son vis-à-vis), ou mieux encore, le cas de la CB. C'est aussi ce que l'on retrouve la plupartdu temps sur des réseaux de type bus, où les protagonistes se partagent le support de communication. Une exception cependant : si le support est *dispersif*, plusieurs personnes peuvent l'utiliser pour émettre localement à la fois (pendant que le professeur dicte son cours, vous pouvez demander à voix basse un effaceur à votre voisin sans que cela empêche les autres d'écouter), et on n'est plus réellement dans le cas strict du half duplex.
- La communication *Full-Duplex*. A ⇐⇒ B C'est un type de communication où tous les noeuds peuvent émettre à la fois, chacun se débrouillant pour récupérer les informations qui lui sont destinées. C'est très performant sur le plan du débit, mais souvent délicat à mettre en oeuvre. On retrouve rarement cela dans des conversations de la vie courante, puisqu'il est assez dur de parler et d'écouter en même temps. Cependant, si l'information cesse d'être la parole de quelqu'un pour devenir son image, on peut dire que l'on réalise une communication full duplex : chacun émet de la lumière et en reçoit de la part des autres simultanément.

Copyright (c) 1998 by Igx, the dreaming drummer…